

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-067580  
(43)Date of publication of application : 07.03.2003

(51)Int.CI.

G06F 17/60

(21)Application number : 2001-259626  
(22)Date of filing : 29.08.2001

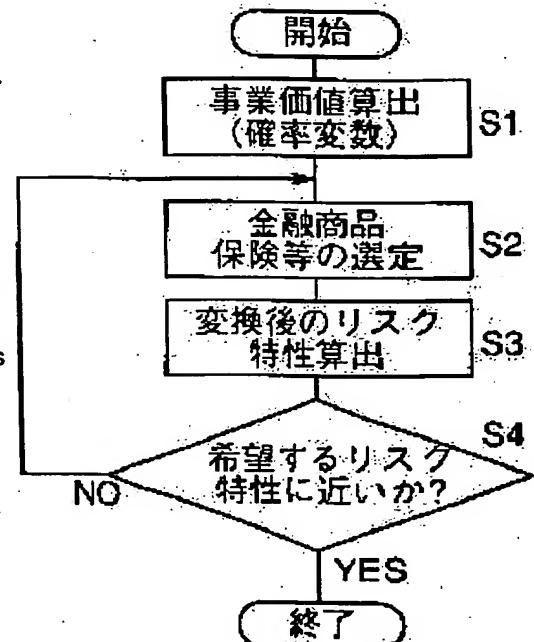
(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
(72)Inventor : ICHIDA YOSHIO

## (54) RISK HEDGING METHOD AND SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a risk hedging method capable of effectively dealing with business risks and anticipating or evaluating future profits with accuracy.

**SOLUTION:** A computer system first computes a business value (random variable) during risk hedging (step S1). Next, some risk hedging techniques for financial products or insurances are set (step S2). When business risks are converted by the risk hedging techniques, risk characteristics after the conversion are computed (step S3). A determination is made as to whether the risk characteristics are close to (in accord with) the risk characteristics desired by a business operator (step S4). When the risk characteristics after the conversion are close enough to those desired by the operator, risk hedging is carried out using the risk hedging techniques; whereas if the risk characteristics after the conversion are not close enough to those desired by the operator, the steps S2 to S4 are repeated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-67580  
(P2003-67580A)

(43)公開日 平成15年3月7日(2003.3.7)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 6 F 17/60

識別記号  
2 3 4  
1 6 8  
2 3 4

F I  
G 0 6 F 17/60

2 3 4 E  
1 6 8  
2 3 4 G

マーク(参考)

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2001-259626(P2001-259626)

(22)出願日 平成13年8月29日(2001.8.29)

(71)出願人 000006013  
三菱電機株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 市田 良夫  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

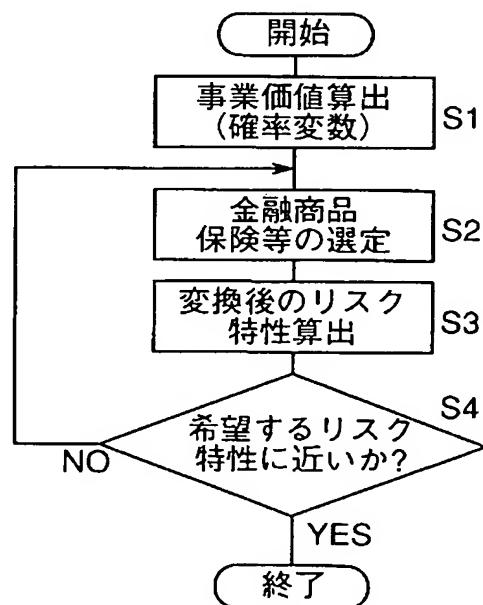
(74)代理人 100062144  
弁理士 青山 葵 (外1名)

(54)【発明の名称】 リスクヘッジ方法及びリスクヘッジシステム

(57)【要約】

【課題】 事業リスクに対して有効に対処することができ、将来得られるであろう収益を正確に予測又は評価することができるリスクヘッジ方法を提供する。

【解決手段】 コンピュータシステムは、リスクヘッジを行う際に、まず事業価値(確率変数)を演算する(ステップS1)。次に、金融商品、保険等の任意のリスクヘッジ手法を設定する(ステップS2)。続いて、このリスクヘッジ手法により事業リスクを変換した場合における、変換後のリスク特性を演算する(ステップS3)。そして、このリスク特性が事業者の希望するリスク特性に近いか(合致するか)どうかを判定する(ステップS4)。ここで、変換後のリスク特性が事業者の希望するリスク特性に十分近ければ、このリスクヘッジ手法を用いてリスクヘッジを行う。他方、変換後のリスク特性が事業者の希望するリスク特性に近くなれば、ステップS2～ステップS4を繰り返す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コンピュータシステムにより、事業リスクを事業者が希望するリスク特性を備えたものにヘッジするリスクヘッジ方法であって、記憶装置に記憶されているリスク要因データベースを用いて、リスクヘッジを行わない場合における将来の事業リスクを演算するステップと、上記事業リスクに対して、それぞれ任意のリスクヘッジを行ったものと仮定して複数の仮定事業リスクを演算するステップと、  
10  
入力装置を介してコンピュータに入力された事業者が希望するリスク特性と、上記各仮定事業リスクのリスク特性とを比較してこれらの適合度合いを演算し、該適合度合いが最も高い仮定事業リスクに対応するリスクヘッジ手法を選択するステップとを含んでいることを特徴とするリスクヘッジ方法。

【請求項2】 上記事業リスクを、該事業に関わる変数のうち将来の事象に関するものを確率変数であらわした上で、該確率変数の和として演算することを特徴とする請求項1に記載のリスクヘッジ方法。

【請求項3】 上記仮定事業リスクのリスク特性と事業者が希望するリスク特性との適合度合いを、確率分布関数の適合度合いとして演算することを特徴とする請求項1又は2に記載のリスクヘッジ方法。

【請求項4】 想定される事業リスクに対して、保険によるリスクヘッジを行う場合とカタストロフィオプションや天候デリバティブ等の金融商品によるリスクヘッジを行う場合とを比較して、最もコストの安いリスクヘッジ手法を選択することを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載のリスクヘッジ方法。

【請求項5】 想定される事業リスクに対して、保険等のリスク移転型のリスクヘッジを行う場合と点検補修等のリスク保有型のリスクヘッジを行う場合とを比較して、最もコストの低いリスクヘッジ手法を選択することを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載のリスクヘッジ方法。

【請求項6】 コンピュータを備えた、事業リスクを事業者が希望するリスク特性を備えたものにヘッジするリスクヘッジシステムであって、

記憶装置に記憶されているリスク要因データベースを用いて、リスクヘッジを行わない場合における将来の事業リスクを演算するリスク演算手段と、

リスク演算手段によって演算された事業リスクに対して、それぞれ任意のリスクヘッジを行ったものと仮定して複数の仮定事業リスクを演算する仮定リスク演算手段と、

入力装置を介してコンピュータに入力された事業者が希望するリスク特性と、仮定リスク演算手段によって演算された各仮定事業リスクのリスク特性とを比較してこれらの適合度合いを演算し、該適合度合いが最も高い仮定

40

50

事業リスクに対応するリスクヘッジ手法を選択するリスクヘッジ手法選択手段とを備えていることを特徴とするリスクヘッジシステム。

【請求項7】 リスク演算手段が、上記事業リスクを、該事業に関わる変数のうち将来の事象に関するものを確率変数であらわした上で、該確率変数の和として演算するようになっていることを特徴とする請求項6に記載のリスクヘッジシステム。

【請求項8】 リスクヘッジ手法選択手段が、仮定リスク演算手段によって演算された仮定事業リスクのリスク特性と事業者が希望するリスク特性との適合度合いを、確率分布関数の適合度合いとして演算するようになっていることを特徴とする請求項6又は7に記載のリスクヘッジシステム。

【請求項9】 リスクヘッジ手法選択手段が、想定される事業リスクに対して、保険によるリスクヘッジを行う場合と、カタストロフィオプションや天候デリバティブ等の金融商品によるリスクヘッジを行う場合とを比較して、最もコストの安いリスクヘッジ手法を選択するようになっていることを特徴とする請求項6～8のいずれか1つに記載のリスクヘッジシステム。

【請求項10】 リスクヘッジ手法選択手段が、想定される事業リスクに対して、保険等のリスク移転型のリスクヘッジを行う場合と、点検補修等のリスク保有型のリスクヘッジを行う場合とを比較し、最もコストの低いリスクヘッジを選択するようになっていることを特徴とする請求項6～8のいずれか1つに記載のリスクヘッジシステム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、コンピュータシステムを用いて、事業計画の実行に伴われる事業リスクを、事業者が希望するリスク特性を備えた最適なものにヘッジして、事業収益ないしは経営を安定化させるリスクヘッジ方法及びリスクヘッジシステムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 継続的な事業を営む事業者が事業計画を実行する上においては、該事業計画によって得られるであろう収益ないしは利益を短期的又は長期的に予測するなどして、該事業計画を評価することが必要不可欠である。そして、このような事業計画の評価は、従来、該事業計画に関連する将来の種々の事象を仮定し、この仮定をもとにシミュレーションを行い、該事業計画が収益ないしは利益を生み出すかどうかを検証するなどといった手法で行われている。このような事業計画のシミュレーションは、例えば、コンピュータ等を用いて将来の事業計画を策定し、予め定義した乱数により発生する値を用いるなどといった手法で行われる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の事業計画の評価手法は、事業者ないしは評価者の仮定に基づいてどれくらいの収益ないしは利益を生むかを計算するだけであり、不測の損害を惹起する種々の要因、すなわち事業リスクにどう対処するかということについては、ほとんど考慮していない。このため、かかる事業計画を実行した場合、不測の損害により、予測どおりの収益ないしは利益が得られない事態がしばしば生じるといった問題がある。

【0004】本発明は、上記従来の問題を解決するためになされたものであって、事業計画を実行する上において、種々の事業リスクに対して有効に対処することができ、将来得られるであろう収益ないしは利益を正確に予測又は評価することができる手段を提供することを解決すべき課題とする。

#### 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためになされた本発明の第1の態様にかかる、リスクヘッジ方法は、(i)コンピュータシステムにより、事業リスクを事業者が希望するリスク特性を備えたものにヘッジ

(変換)するリスクヘッジ方法であって、(ii)記憶装置(例えば、外部記憶装置)に記憶されているリスク要因データベースを用いて、リスクヘッジを行わない場合における将来の事業リスクを演算するステップと、(ii)上記事業リスクに対して、それぞれ任意のリスクヘッジを行ったものと仮定して複数の仮定事業リスクを演算するステップと、(iv)入力装置を介してコンピュータに入力された事業者が希望するリスク特性と、上記各仮定事業リスクのリスク特性とを比較してこれらの適合度合いを演算し、該適合度合いが最も高い(良い)仮定事業リスクに対応するリスクヘッジ手法を選択(設定)するステップとを含んでいることを特徴とするものである。

【0006】本発明の第2の態様にかかるリスクヘッジ方法は、上記第1の態様にかかるリスクヘッジ方法において、事業リスクを、該事業に関わる変数のうち将来の事象に関するものを確率変数であらわした上で、該確率変数の和として演算することを特徴とするものである。

【0007】本発明の第3の態様にかかるリスクヘッジ方法は、上記第1又は第2の態様にかかるリスクヘッジ方法において、仮定事業リスクのリスク特性と事業者が希望するリスク特性との適合度合いを、確率分布関数の適合度合いとして演算することを特徴とするものである。

【0008】本発明の第4の態様にかかるリスクヘッジ方法は、上記第1～第3の態様にかかるリスクヘッジ方法において、想定される事業リスクに対して、保険によるリスクヘッジを行う場合とカタストロフィオプションや天候デリバティブ等の金融商品によるリスクヘッジを行う場合とを比較して、最もコストの安いリスクヘッジを行いう場合とを比較して、最もコストの安いリスクヘッジ

手法を選択することを特徴とするものである。

【0009】本発明の第5の態様にかかるリスクヘッジ方法は、上記第1～第3の態様にかかるリスクヘッジ方法において、想定される事業リスクに対して、保険等のリスク移転型のリスクヘッジを行う場合と点検補修等のリスク保有型のリスクヘッジを行う場合とを比較して、最もコストの低いリスクヘッジ手法を選択することを特徴とするものである。

【0010】本発明の第6の態様にかかるリスクヘッジシステム(コンピュータシステム)は、(i)コンピュータを備えた、事業リスクを事業者が希望するリスク特性を備えたものにヘッジ(変換)するリスクヘッジシステムであって、(ii)記憶装置(例えば、外部記憶装置)に記憶されているリスク要因データベースを用いて、リスクヘッジを行わない場合における将来の事業リスクを演算するリスク演算手段と、(iii)リスク演算手段によって演算された事業リスクに対して、それぞれ任意のリスクヘッジを行ったものと仮定して複数の仮定事業リスクを演算する仮定リスク演算手段と、(iv)入力装置を介してコンピュータに入力された事業者が希望するリスク特性と、仮定リスク演算手段によって演算された各仮定事業リスクのリスク特性とを比較してこれらの適合度合いを演算し、該適合度合いが最も高い(良い)仮定事業リスクに対応するリスクヘッジ手法を選択(設定)するリスクヘッジ手法選択手段とを備えていることを特徴とするものである。

【0011】本発明の第7の態様にかかるリスクヘッジシステムは、上記第6の態様にかかるリスクヘッジシステムにおいて、リスク演算手段が、事業リスクを、該事業に関わる変数のうち将来の事象に関するものを確率変数であらわした上で、該確率変数の和として演算するようになっていることを特徴とするものである。

【0012】本発明の第8の態様にかかるリスクヘッジシステムは、上記第6又は第7の態様にかかるリスクヘッジシステムにおいて、リスクヘッジ手法選択手段が、仮定リスク演算手段によって演算された仮定事業リスクのリスク特性と事業者が希望するリスク特性との適合度合いを、確率分布関数の適合度合いとして演算するようになっていることを特徴とするものである。

【0013】本発明の第9の態様にかかるリスクヘッジシステムは、上記第6～第8の態様のいずれか1つにかかるリスクヘッジシステムにおいて、リスクヘッジ手法選択手段が、想定される事業リスクに対して、保険によるリスクヘッジを行う場合と、カタストロフィオプションや天候デリバティブ等の金融商品によるリスクヘッジを行う場合とを比較して、最もコストの安いリスクヘッジ手法を選択するようになっていることを特徴とするものである。

【0014】本発明の第10の態様にかかるリスクヘッジシステムは、上記第6～第8の態様のいずれか1つに

かかるリスクヘッジシステムにおいて、リスクヘッジ手法選択手段が、想定される事業リスクに対して、保険等のリスク移転型のリスクヘッジを行う場合と、点検補修等のリスク保有型のリスクヘッジを行う場合とを比較し、最もコストの低いリスクヘッジを選択するようになっていることを特徴とするものである。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、主として電力事業を例にとって、本発明の実施の形態を具体的に説明するが、本発明が電力事業に限定されるものではないことはもちろんである。図1は、本発明にかかるリスクヘッジ方法ないしはリスクヘッジシステムを利用した電力事業計画システムの概略構成を示すブロック図である。まず、この電力事業計画システムの概要を説明する。この電力事業計画システムは、該電力事業に付随する様々なリスク要因をヘッジして、これを事業者が最も好むリスク特性に変換することを特徴とする。

【0016】図1に示すように、この電力事業計画システムは、実質的に、電力事業計画部11と、将来収益算出部12と、リスクヘッジ手法検索部13と、最適リスクヘッジ手法選択部14とで構成されている。電力事業計画部11では、電力事業計画が策定される。そして、将来収益算出部12では、該電力事業計画を実行した場合における将来の収益ないしは利益の予測値（事業価値）が算出される。

【0017】ところで、かかる電力事業計画には、系統故障リスク、発電ユニット故障リスク、マーケットリスク、需要変動リスクをはじめとする様々な事業リスクないしはリスク要因が存在する。したがって、将来収益算出部12で算出される将来の収益ないしは利益の予測値は、このような事業リスクに起因する不確定要素を含む不確実なものとなり、事業収益ないしは経営の安定化の妨げとなっている。

【0018】そこで、この電力事業計画システムでは、リスクヘッジ手法検索部13及び最適リスクヘッジ手法選択部14で、このような事業リスクのリスク特性を好ましくヘッジすることにより、該電力事業計画の収益ないしは利益の予測精度を高め、事業収益ないしは経営の安定化を図るようにしている。すなわち、リスクヘッジ手法検索部13では、該電力事業計画に用いることが可能な様々なリスクヘッジ手法が検索ないしは抽出される。そして、最適リスクヘッジ手法選択部14では、これらのリスクヘッジ手法の中から、事業リスクを事業者が希望するリスク特性にヘッジすることができるリスクヘッジ手法が選択（設定）される。かくして、選択された最適なリスクヘッジ手法により、事業リスクが事業者の好むリスク特性にヘッジされ、安定した経営が実現される。

【0019】この電力事業計画システムにおけるリスクヘッジは、コンピュータシステムを用いて自動的に行わ

れる。換言すれば、リスクヘッジ手法検索部13及び最適リスクヘッジ手法選択部14は、コンピュータシステムを必須の構成要素とする。図2は、かかるリスクヘッジを実行するためのコンピュータシステムの構成を示すブロック図である。図2に示すように、このコンピュータシステムには、入出力インターフェース15a、主記憶部15b、制御部15c、演算部15d等を備えたコンピュータ15が設けられている。

【0020】そして、入出力インターフェース15aには、該コンピュータ15を他のコンピュータシステム（図示せず）やインターネット等のネットワーク（図示せず）に接続するためのイーサネット（登録商標）ボード16が接続されている。また、入出力インターフェース15aには、入力装置であるマウス17及びキーボード18と、出力装置であるモニタ19及びプリンタ20とが接続されている。さらに、入出力インターフェース15aには、外部記憶装置21（例えば、ハードディスク）が接続されている。この外部記憶装置21には、前記種々のリスク要因のリスク特性が記憶されている。すなわち、外部記憶装置15はリスク要因データベースを兼ねている。

【0021】主記憶部15bは、例えばDRAM（ダイナミック・ランダム・アクセス・メモリ）等からなるコンピュータ15の内部記憶装置であり、種々のプログラム、データ等を記憶している。制御部15cは、主記憶部15b及び演算部15dを制御する。演算部15d（リスク演算手段、仮定リスク演算手段、リスクヘッジ手法選択手段）は、制御部15dにより制御されて種々の演算を行い、その結果を主記憶部15b等に格納する。

【0022】このコンピュータ15は、およそ次のような手順でリスクヘッジを実行する。すなわち、演算部15dは、まず外部記憶装置21に記憶されているリスク要因データベースを用いて、リスクヘッジを行わない場合における将来の事業リスクを演算する。続いて、演算部15dは、この事業リスクに対して、それぞれ任意のリスクヘッジを行ったものと仮定して、前記種々の仮定事業リスクのリスク特性値を演算する。さらに、演算部15dは、マウス17又はキーボード18を介してコンピュータ15に入力された事業者が希望するリスク特性と、上記各仮定事業リスクのリスク特性とを比較してこれらの適合度合いを演算し、該適合度合いが最も高い仮定事業リスクに対応するリスクヘッジ手法を選択する。これにより、事業リスクを、事業者が希望するリスク特性を備えたものにヘッジする。

【0023】以下、このコンピュータシステムによるリスクヘッジ手法を、より具体的に説明する。表1に示すように、ある電力事業の将来のキャッシュフローを設定する。表1中において、営業利益、減価償却費、投資及び運転資本の変化についての各値は、将来の事象につい

てのものであって確定しているものではないので、確率変数として定義される。

\*

\* 【0024】表1 将来のキャッシュフロー説明表

|         | 1年後            | 2年後            | 3年後            | ... | n年後            |
|---------|----------------|----------------|----------------|-----|----------------|
| 営業利益    | B <sub>1</sub> | B <sub>2</sub> | B <sub>3</sub> | ... | B <sub>n</sub> |
| 減価償却費   | D <sub>1</sub> | D <sub>2</sub> | D <sub>3</sub> | ... | D <sub>n</sub> |
| 投資      | I <sub>1</sub> | I <sub>2</sub> | I <sub>3</sub> | ... | I <sub>n</sub> |
| 運転資本の変化 | S <sub>1</sub> | S <sub>2</sub> | S <sub>3</sub> | ... | S <sub>n</sub> |

【0025】ここで、この電力事業と無危険資産による

※ことができる。

資金運用との間には裁定機会が存在しないことを考慮す

10 【数1】

れば、この電力事業の事業価値は、式1を用いて計算す※

$$\text{事業価値} = \sum_{k=1}^n \frac{FCF^k}{(1+r_f)^k} \quad \text{式1}$$

【0026】ただし、式1において、 $r_f$ は、銀行預金利率などの無危険利子率（無危険資産利子率）である。また、 $FCF^k$ は、資金を100%株主資本でまかなつた場合におけるキャッシュフローであり、式2であらわ★

$$FCF^k = B_k (1-T) + D_k - I_k + S_k \quad \text{式2}$$

 $B_k$ ：営業利益 $T$ ：税率 $D_k$ ：減価償却費 $I_k$ ：投資 $S_k$ ：運転資本の変化

【0027】さらに、事業リスクを考慮すると、投資者（資産保有者）は事業リスクに見合ったリターンを要求☆

$$E(r_p) = r_f + \beta_i (r_M - r_f) \quad \text{式3}$$

★される。なお、 $FCF^k$ 中の肩文字「k」は、累乗をあらわすものではなく、Σ計算を行う上でインデックス（順番を示す指標）である。

☆する。すなわち、電力事業全体と特定電力会社との収益に関する裁定機会が存在しないということを考慮して、無危険利子率 $r_f$ を、式3で示すリスク込みの利子率 $E(r_p)$ に置き換える。この場合、事業価値は、式4を用いて計算することができる。

【0028】

【数2】

$$\text{事業価値} = \sum_{k=1}^n \frac{FCF^k}{\prod_{m=1}^k [1+r_f + \beta_i (r_M - r_f)]} \quad \text{式4}$$

ただし、式3ないしは式4において、リスク込みの利子率 $E(r_p)$ は期待値であり、 $\beta_i$ は事業 $i$ の収益の産業平均への感度であり、 $r_M$ は産業全体での収益率である。なお、式3及び式4で示す評価モデルはCAPM（Capital Asset Pricing Model：資本資産評価モデル）である。

【0029】さらに、資本調達コスト（借り入れ負債に◆

◆に対する利子及び株主資本への配当）を考慮に入れる。ここで、債券市場及び株式市場への利益還元は比例配分する。この場合、ディスカウントファクタWACCは、式5であらわされる。なお、資本の調達手法が異なる場合は、式5は改変が必要である。

【0030】

【数3】

$$WACC = \frac{D}{D+E} (1-T) r_D + \frac{E}{D+E} r_E \quad \text{式5}$$

【0031】式5の右辺の前段T1は債券市場への利益還元、すなわち負債の利子であり、後段T2は株式市場への利益還元、すなわち株主への配当金である。なお、式5において、Dは長期負債の時価であり、Eは株主資本の時価であり、Tは実効税率であり、 $r_D$ は負債の利子である。また、式5において、 $r_E$ は、

$r_f + \beta_i (r_M - r_f)$  - 株主が要求する利回り（=CAPM）

である。

【0032】このとき、事業価値は、式6を用いて計算することができる。

【数4】

$$\text{事業価値} = \sum_{k=1}^n \frac{FCF_k^*}{\prod_{i=1}^k \left\{ 1 + \frac{D'}{D' + E'} (1 - T') r'_{D,i} + \frac{E'}{D' + E'} (r'_{f,i} + \beta_i' (r'_{M,i} - r'_{f,i})) \right\}}$$

式6

【0033】ところで、上記のように計算される事業価値は、各変数が確率変数であることに鑑みれば、事業価値全体も確率変数となる。すなわち、想定する電力事業は将来に関するものであるため、様々な不確定要因を持ち、このことが事業価値の不確定性につながっている。\*10

$$\begin{aligned} FCF_i &= B'_{ik} (1 - T) + D'_{ik} - I'_{ik} + S'_{ik} \dots \text{式7} \\ FCF_i &\sim N(\mu_i, \sigma_i) \\ B'_{ik} &\sim N(\mu_{Bik}, \sigma_{Bik}) \\ D'_{ik} &\sim N(\mu_{Dik}, \sigma_{Dik}) \\ I'_{ik} &\sim N(\mu_{Iik}, \sigma_{Iik}) \\ S'_{ik} &\sim N(\mu_{Sik}, \sigma_{Sik}) \end{aligned}$$

【0035】ここで、事業価値の平均  $\mu$  及び標準偏差  $\sigma$  (ないしは分散  $\sigma^2$ ) は、それぞれ、式8及び式9により計算される。

【数6】

$$\mu_i = \sum_{k=1}^n \frac{\mu_{Bik} + \mu_{Dik} - \mu_{Iik} + \mu_{Sik}}{\prod_{i=1}^k \left\{ 1 + \frac{D'}{D' + E'} (1 - T') r'_{D,i} + \frac{E'}{D' + E'} (r'_{f,i} + \beta_i' (r'_{M,i} - r'_{f,i})) \right\}}$$

式8

$$\sigma_i^2 = \sum_{k=1}^n \frac{\sigma_{Bik}^2 + \sigma_{Dik}^2 + \sigma_{Iik}^2 + \sigma_{Sik}^2}{\left( \prod_{i=1}^k \left\{ 1 + \frac{D'}{D' + E'} (1 - T') r'_{D,i} + \frac{E'}{D' + E'} (r'_{f,i} + \beta_i' (r'_{M,i} - r'_{f,i})) \right\} \right)^2} \dots \text{式9}$$

【0036】そして、このような確率変数で定義される電力事業について、コンピュータシステム（リスクヘッジシステム）によって、最適なリスクヘッジ手法が選択される。図3は、図2に示すコンピュータシステムを用いて、事業リスクのリスク特性を、事業者が希望する最適なリスク特性にヘッジ（変換）するためのリスクヘッジ手法の一例を示すフローチャートである。

【0037】以下、図3を参照しつつ、このコンピュータシステムによるリスクヘッジ手順の概要を説明する。図3に示すように、このリスクヘッジ手順では、まず事業価値（確率変数）を演算する（ステップS1）。次に、金融商品、保険等の複数のリスクヘッジ手法を選定する（ステップS2）。続いて、任意の1つのリスクヘッジ手法により事業リスクをヘッジ（変換）した場合における、変換後のリスク特性を演算する（ステップS3）。

【0038】そして、このリスク特性が事業者の希望するリスク特性に近いか（合致するか）どうかを判定する（ステップS4）。ここで、変換後のリスク特性が事業者の希望するリスク特性に十分に近ければ（YES）、このリスクヘッジ手法を用いてリスクヘッジを実施する。他方、変換後のリスク特性が事業者の希望するリスク特性に近くなれば（NO）、ステップS2～ステップ50

50 プS4を繰り返し、最適なリスクヘッジ手法を見出して、このリスクヘッジ手法を用いてリスクヘッジを実施する。

【0039】以下、このリスクヘッジ手法をより詳しく説明する。ステップS1では、所定の電力事業計画の事業価値が、上記で説明した手法により、式8及び式9を用いて、確率変数として定義される。例えば、このようにして定義された事業価値（確率変数）の平均  $\mu$  が1億円であり、標準偏差  $\sigma$  が1000万円であったとする。この場合、事業者は、平均的には、収益が1億円となることを期待することができる。しかしながら、これは必ずしも1億円の収益を保証するものではない。

【0040】ここで、例えば、事業者が何らかの都合により、最低限でも8000万円の収益を確保することを希望しているとする。この場合、事業者は、何らかのリスクヘッジを行って、不確実な1億円の収益を確実な8000万円の収益に変換することになる。このような不確定要因に備えるためのリスクヘッジ手法としては、例えば、（1）天候デリバティブ等の金融商品を購入する、（2）燃料の先物契約をする、（3）為替先物取引をする、（4）保険契約を行うなどといった種々のものがある。

【0041】なお、かかるリスクヘッジ手法は、リスク

移転型リスクヘッジ手法と、リスク保有型リスクヘッジ手法とに大別される。また、リスク移転型リスクヘッジ手法は、保険型リスクヘッジ手法と金融商品型リスクヘッジ手法とに大別される。保険型リスクヘッジ手法は、予想されるリスクに対して損害保険をかけ、該リスクが現実化して損害が発生したときには、該損害を保険金で補填するといったものである。この場合、保険金の支払額上限を高くすれば該損害の補填がより確実化されるが、あまり支払額上限を高くすると保険の掛け金を要する費用がかさみ、そのことが新たなリスクとなる。そこで、例えば、リスクヘッジに失敗する確率の許容限界値を予め設定しておき、リスクヘッジに失敗する確率がこの許容限界値以下となる範囲内で最小の支払額上限を設定すればよい。

【0042】金融商品型リスクヘッジ手法は、予想されるリスクに対して、該リスクが現実化したときに利益を生むような金融商品を購入しておき、該リスクが現実化して損害が発生したときには、該損害を金融商品の生み出す利益により補填するといったものである。この場合、金融商品の購入数を多くすれば該損害の補填がより確実化されるが、あまり購入数を多くすると購入を要する費用がかさみ、そのことが新たなリスクとなる。そこで、例えば、リスクヘッジに失敗する確率の許容限界値を予め設定しておき、リスクヘッジに失敗する確率がこの許容限界値以下となる範囲内で最小数の金融商品を購入すればよい。

【0043】このような金融商品型リスクヘッジ手法の具体例としては、例えば、予想されるリスクが冷夏（電力需要が減少する）である場合において、冷夏であれば利益を生み出す天候デリバティブなどがあげられる。また、カタストロフィオプションも金融商品型リスクヘッジ手法として用いることができる。

【0044】リスク保有型リスクヘッジ手法は、予想されるリスクの発生を抑制ないしは防止する方策を事業者自らの出費をもって実行し、該リスクの現実化を防止するものである。例えば、予想されるリスクが発電装置等の故障である場合、格別の費用を投じて特別な点検を行い、該故障の発生を抑制ないしは防止するなどといったリスクヘッジ手法である。

【0045】このように、利用可能な多数のリスクヘッジ手法が存在するので、一般的には、事業者にとってどれが最適なリスクヘッジ手法であるかを判断するのは非常にむずかしい。そこで、本発明では、コンピュータシステムを用いて、ステップS2～ステップS4に示すような手順で、最適なリスクヘッジ手法を選択（設定）するようにしている。

【0046】すなわち、事業リスクに対してリスクヘッジを何も行わない場合のリスク特性（収益の確率分布）をXとする。そして、ステップS2で、該事業リスクに対して任意のリスクヘッジ手法、例えば、金融商品（例

えば、先物契約）や保険などを購入ないしは契約を選定する。次に、ステップS3で、このリスクヘッジを実施したものと仮定して該事業リスクのリスク特性を変換し、この変換されたリスク特性をYとする。そして、ステップS4で、XとYの適合度合い（近似度合い）を計測し、全ての組み合わせの中から、事業者の希望に最も近いリスクヘッジ手法を最適リスクヘッジ手法とする。なお、確率変数の適合度合いは、例えば各事象の起こる確率をベクトル量として定義し、そのユークリッド距離で計算すればよい。

【0047】かくして、この電力事業計画システム（リスクヘッジシステム）では、該事業計画を実行する上において、種々の事業リスクに対して有効に対処することができ、将来得られるであろう収益ないしは利益を正確に予測又は評価することができる。

【0048】

【発明の効果】本発明の第1の態様にかかるリスクヘッジ方法によれば、コンピュータシステムにより自動的に、事業者が希望するリスク特性に最も適合するリスク特性をもつ最適なリスクヘッジ手法を用いて事業リスクがヘッジされる。このため、事業計画を実行する上において、種々の事業リスクに対して有効に対処することができ、将来得られるであろう収益ないしは利益を正確に予測又は評価することができる。

【0049】本発明の第2の態様にかかるリスクヘッジ方法によれば、まず、本発明の第1の態様にかかるリスクヘッジ方法の場合と同様の作用・効果が得られる。さらに、事業リスクが確率変数であらわされる事業に関わる変数の和として演算されるので、様々なリスク指標を正確に計算することができる。

【0050】本発明の第3の態様にかかるリスクヘッジ方法によれば、まず、本発明の第1又は第2の態様にかかるリスクヘッジ方法の場合と同様の作用・効果が得られる。さらに、仮定事業リスクのリスク特性と事業者が希望するリスク特性との適合度合いが確率分布関数の適合度合いとして演算されるので、事業者の希望するリスク特性との近似度合いを正確に計算することができる。

【0051】本発明の第4の態様にかかるリスクヘッジ方法によれば、まず、本発明の第1～第3の態様のいずれか1つにかかるリスクヘッジ方法の場合と同様の作用・効果が得られる。さらに、保険によるリスクヘッジ手法と金融商品によるリスクヘッジ手法とを比較して、最もコストの安いリスクヘッジ手法が選択されるので、リスクヘッジのコストを低減することができる。

【0052】本発明の第5の態様にかかるリスクヘッジ方法によれば、まず、本発明の第1～第3の態様のいずれか1つにかかるリスクヘッジ方法の場合と同様の作用・効果が得られる。さらに、リスク移転型のリスクヘッジ手法とリスク保有型のリスクヘッジ手法とを比較して、最もコストの低いリスクヘッジ手法が選択されるの

で、リスクヘッジのコストを低減することができる。

【0053】本発明の第6の態様にかかるリスクヘッジシステムによれば、本発明の第1の態様にかかるリスクヘッジ方法の場合と同様に、種々の事業リスクに対して有効に対処することができ、将来得られるであろう収益ないしは利益を正確に予測又は評価することができる。

【0054】本発明の第7の態様にかかるリスクヘッジシステムによれば、本発明の第2の態様にかかるリスクヘッジ方法の場合と同様に、将来得られるであろう収益ないしは利益を正確に予測又は評価することができ、かつ様々なリスク指標を正確に計算することができる。

【0055】本発明の第8の態様にかかるリスクヘッジシステムによれば、本発明の第3の態様にかかるリスクヘッジ方法の場合と同様に、将来得られるであろう収益ないしは利益を正確に予測又は評価することができ、かつ事業者の希望するリスク特性との近似度合いを正確に計算することができる。

【0056】本発明の第9の態様にかかるリスクヘッジシステムによれば、本発明の第4の態様にかかるリスクヘッジ方法の場合と同様に、将来得られるであろう収益ないしは利益を正確に予測又は評価することができ、かつリスクヘッジのコストを低減することができる。

【0057】本発明の第10の態様にかかるリスクヘッジ

\* ジシステムによれば、本発明の第5の態様にかかるリスクヘッジ方法の場合と同様に、将来得られるであろう収益ないしは利益を正確に予測又は評価することができ、かつリスクヘッジのコストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかるリスクヘッジ方法ないしはリスクヘッジシステムを用いた電力事業計画システムの概略構成を示すブロック図である。

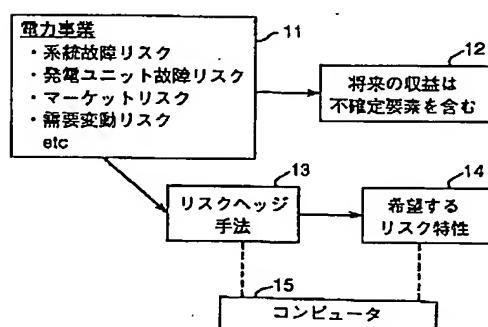
【図2】 本発明にかかるリスクヘッジを実行するコンピュータシステムの概略構成を示すブロック図である。

【図3】 図2に示すコンピュータシステムにより実行されるリスクヘッジの実施手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

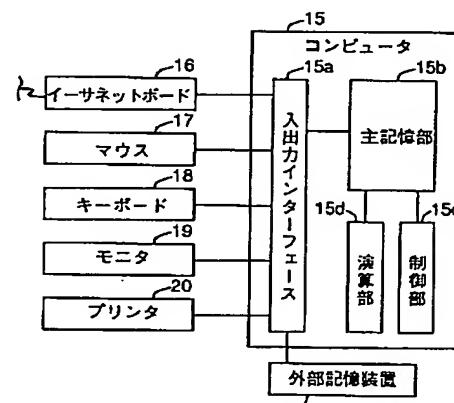
11 電力事業計画部、 12 将来収益算出部、 13 リスクヘッジ手法検索部、 14 最適リスクヘッジ手法選択部、 15 コンピュータ、 15a 入出力インターフェース、 15b 主記憶部、 15c 制御部、 15d 演算部、 16 イーサネットボード、 17 マウス、 18 キーボード、 19 モニタ、 20 プリンタ、 21 外部記憶装置。

【図1】



11: 電力事業計画部  
12: 将来収益算出部  
13: リスクヘッジ手法検索部  
14: 最適リスクヘッジ手法選択部

【図2】



【図3】

